

Verfahren zum Herstellen eines Keramik-Metall-Substrates

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1.

Bekannt ist es, die zum Herstellen von Leiterbahnen, Anschlüssen usw. benötigte Metallisierung auf einer Keramik, z.B. auf einer Aluminium-Oxid-Keramik mit Hilfe des sogenannten „DCB-Verfahrens“ (Direct-Copper-Bond-Technology) herzustellen, und zwar unter Verwendung von die Metallisierung bildenden Metall- bzw. Kupferfolien oder Metall- bzw. Kupferblechen, die an ihren Oberflächenseiten eine Schicht oder einen Überzug (Aufschmelzschicht) aus einer chemischen Verbindung aus dem Metall und einem reaktiven Gas, bevorzugt Sauerstoff aufweisen. Bei diesem beispielsweise in der US-PS 37 44 120 oder in der DE-PS 23 19 854 beschriebenen Verfahren bildet diese Schicht oder dieser Überzug (Aufschmelzschicht) ein Eutektikum mit einer Schmelztemperatur unter der Schmelztemperatur des Metalls (z.B. Kupfers), so daß durch Auflegen der Folie auf die Keramik und durch Erhitzen sämtlicher Schichten diese miteinander verbunden werden können, und zwar durch Aufschmelzen des Metalls bzw. Kupfers im wesentlichen nur im Bereich der Aufschmelzschicht bzw. Oxidschicht.

Dieses DCB-Verfahren weist dann z.B. folgende Verfahrensschritte auf:

- Oxidieren einer Kupferfolie derart, daß sich eine gleichmäßige Kupferoxidschicht ergibt;
- Auflegen der Kupferfolie auf die Keramikschicht;
- Erhitzen des Verbundes auf eine Prozeßtemperatur zwischen etwa 1025 bis 1083°C, z.B. auf ca. 1071°C;
- Abkühlen auf Raumtemperatur.

Bekannt ist weiterhin das sogenannte Aktivlot-Verfahren (DE 22 13 115;

EP-A-153 618), speziell auch zum Herstellen von Metall-Keramik-Substraten. Bei diesem Verfahren wird bei einer Temperatur zwischen ca. 800 - 1000°C eine Verbindung zwischen einer Metallfolie, beispielsweise Kupferfolie, und einem Keramiksubstrat, beispielsweise Aluminiumnitrid-Keramik, unter Verwendung eines Hartlots hergestellt, welches zusätzlich zu einer Hauptkomponente, wie Kupfer, Silber und/oder Gold auch ein Aktivmetall enthält. Dieses Aktivmetall, welches beispielsweise wenigstens ein Element der Gruppe Hf, Ti, Zr, Nb, Cr ist, stellt durch chemische Reaktion eine Verbindung zwischen dem Lot und der Keramik her, während die Verbindung zwischen dem Lot und dem Metall eine metallische Hartlöt-Verbindung ist.

Bekannt ist weiterhin auch das sogenannte Mo-Mn-Verfahren oder Mo-Mn-Ni-Verfahren, bei dem auf eine Keramikschicht eine Paste aus Mo-Mn aufgebracht und anschließend in die Keramik zur Bildung einer Metallschicht eingebrannt wird, die dann die Grundlage zum Auflöten einer Metallisierung bildet. Vorzugsweise wird hierbei die Metallschicht vor dem Löten vernickelt. Ein ähnliches Verfahren ist unter dem Begriff W-Verfahren bekannt, bei dem zur Bildung der die Metallisierung bzw. Grundlage für das spätere Auflöten eine Wolfram enthaltende Paste aufgebracht und eingebrannt wird.

Bekannt ist weiterhin auch das LTCC-Verfahren (Low Temperature Cofired Ceramic), bei dem auf eine grüne, d.h. noch nicht gebrannte Keramik eine ein leitendes Metall enthaltende Paste aufgebracht und beim Brennen der Keramik in diese eingebrannt wird. Bekannt ist hierbei speziell auch, mehrere derartige, mit der Paste versehene Schichten aus der grünen Keramik übereinander anzuordnen und dann zu brennen.

Bekannt sind speziell auch Metall-Keramik-Substrate in Form eines Mehrfachsubstrates, bei dem auf einer gemeinsamen, beispielsweise großflächigen Keramikplatte oder -

schicht Metallisierungen (Metallbereiche) vorgesehen sind, die jeweils Einzelsubstraten zugeordnet sind bzw. die Metallisierungen von Einzelsubstraten bilden. In der Keramikschrift sind dann beispielsweise durch Lasern Sollbruchlinien bildende Nuten eingebracht, so daß das Mehrfachsubstrat entlang dieser Sollbruchlinien durch mechanisches Brechen in die Einzelsubstrate getrennt werden kann.

Ein gewisser Nachteil besteht hierbei darin, daß sich Material, welches beim Einbringen der die Sollbruchlinien bildenden Nuten verdampft, auf dem Substrat wieder abscheidet und so u.a. eine Verschmutzung des Mehrfachsubstrates, insbesondere auch der Metallbereiche eintritt, was sich bei der weiteren Verarbeitung störend auswirken kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren aufzuzeigen, welches diesen Nachteil vermeidet. Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren entsprechend dem Patentanspruch 1 ausgebildet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem entweder durch die thermische Behandlung ein thermisches Trennen oder Spalten der Keramikschrift entlang der jeweiligen Bearbeitungs- oder Trennlinie erfolgt oder aber durch die thermische Behandlung jeweils wenigstens eine Sollbruchlinie erzeugt wird, die ein späteres Trennen der Keramik durch mechanisches Brechen ermöglicht, erfolgt kein Verschmutzen des Substrates und insbesondere auch keine Ausbildung von Rändern oder Trichtern durch Abscheiden von verdampften Material auf dem Substrat entlang der jeweiligen Trenn- oder Sollbruchlinie, so daß die weitere Verarbeitung des Substrates nicht beeinträchtigt ist.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 in vereinfachter Darstellung und in Draufsicht ein Mehrfach-Metall-Keramik-Substrat mit in die Keramikschrift eingebrachten Trennlinien zwischen Einzelsubstraten, hergestellt mit dem Verfahren nach der Erfindung;

Figur 2 in sehr vereinfachter Prinzipdarstellung eine Anordnung zum Durchführen der thermischen Behandlung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Figur 3 in vergrößerter Darstellung den Arbeitsbereich beim Durchführen der thermischen Behandlung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 4 in einer perspektivischen Darstellung den jeweiligen Arbeitsbereich beim Durchführen der thermischen Behandlung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figuren 5 - 7 in schematischen Darstellungen unterschiedliche Methoden zum mechanischen Brechen des Mehrfachsubstrates in Einzelsubstrate entlang der jeweiligen Trenn- oder Sollbruchlinie.

In den Figuren ist 1 ein Metall-Keramik-Mehrfachsubstrat, welches dadurch hergestellt wird, daß eine großformatige Platte aus Keramik oder eine großformatige Keramikschrift 2 an ihren beiden Oberflächenseiten mit einer strukturierten Metallisierung versehen wird, und zwar derart, daß diese Metallisierung an beiden Oberflächenseiten der Keramikschrift 2 eine Vielzahl von Metallbereichen 3 bzw. 4 bildet. Bei der dargestellten Ausführungsform liegt ein Metallbereich 4 an der Unterseite der Keramikschrift 2 jeweils einem Metallbereich 3 an der Oberseite der Keramikschrift 2 gegenüber. Jeder Metallbereich 3 definiert mit dem zugehörigen Metallbereich 4 ein Einzelsubstrat 5.

Diese Einzelsubstrate schließen über in der Keramikschrift 2 ausgebildete Trenn- bzw. Sollbruchlinien 6 bzw. 7 aneinander an. Die Trenn- oder Sollbruchlinien 6 und 7 sind

bei der dargestellten Ausführungsform so eingebracht, daß die Trenn- oder Sollbruchlinien 6 parallel zu den Schmalseiten 2.1 der rechteckförmigen Keramikschrift 2 verlaufen und die Trennlinie 7 parallel zu den beiden Längsseiten 2.2 der Keramikschrift 2. Die Metallbereiche 3 und 4 sind jeweils von dem Rand der Keramikschrift 2 sowie auch von den Trenn- und Sollbruchlinien 6 und 7 beabstandet.

Die Einzelsubstrate 5 dienen beispielsweise als Leiterplatte für elektrische Schaltkreise oder Module zumindest die Metallisierungen 3 sind hierbei ihrerseits zu Leiterbahnen, Kontaktflächen usw. strukturiert.

Die Keramikschrift 2 ist beispielsweise eine solche aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) oder Aluminiumnitrid (AlN). Auch andere Keramiken, wie z.B. Si_3N_4 , SiC, BeO, TiO_2 , ZrO_2 oder Al_2O_3 mit einem Anteil an ZrO_2 , beispielsweise im Bereich von 5 - 30 Gewichtsprozent, sowie Mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{Silizium-Oxid}$) sind denkbar.

Die Metallisierungen 3 und 4 werden beispielsweise durch ein Hochtemperatur-Verfahren auf die Keramikschrift 2 aufgebracht, und zwar z.B. in Form einer Metall- oder Kupferfolie mit Hilfe des Direct-Bonding-Verfahrens (bei Verwendung einer Kupferfolie mittels des DCB-Verfahrens) oder durch Aktivlöten. In einem anschließenden Verfahrensschritt werden diese Metallisierungen dann beispielsweise durch Maskieren und Ätzen in die einzelnen Metallbereiche 3 und 4 strukturiert.

Die Metallbereiche 3 und 4 können auch jeweils einzeln, beispielsweise in Form von Folienzuschnitten auf die Oberflächenseiten der Keramikschrift 2 mit Hilfe der vorstehend angegebenen Hochtemperatur-Verfahren aufgebracht werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Metallbereich 3 und/oder 4 in Dickfilmtechnik herzustellen, d.h. durch Aufbringen und Einbrennen einer entsprechenden elektrisch leitenden Paste usw..

Eine Besonderheit des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in dem Einbringen der Trenn- oder Sollbruchlinien 6 und 7 in die Keramikschiicht 2. Dieser spezielle Verfahrensschritt, der auch als thermische Behandlung bezeichnet wird, ist in den Figuren 2 - 4 dargestellt und besteht im wesentlichen darin, daß die Keramikschiicht 2 dort, wo die jeweilige Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 gewünscht ist, jeweils partiell und linienförmig fortschreitend erhitzt und anschließend schockartig abgekühlt wird, so daß sich entlang der gesamten Bearbeitungslinie bzw. Trenn- und Sollbruchlinie innerhalb der Keramikschiicht durch mechanische Spannungen, die beim Erhitzen und anschließenden Abkühlen entstehen, eine gezielte Materialschwächung oder Rißbildung zwischen der Oberseite und der Unterseite der Keramikschiicht 2 erfolgt, wie dies in der Figur 4 bei 8 angedeutet ist.

Das entlang der jeweils erzeugenden Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 fortlaufende partielle Erhitzen erfolgt bei der dargestellten Ausführungsform unter Verwendung eines Laserstrahles 9 eines Lasers 10. Das Mehrfachsubstrat 1 ist bei diesem Verfahrensschritt plan und mit seinen Oberflächenseiten in horizontalen Ebenen liegend an einer Einspannfläche einer Einspannhalterung 11 gehalten, und zwar mit Unterdruck an seiner Unterseite.

Der Laserstrahl 9 ist auf die Oberseite des Mehrfachsubstrates bzw. der Keramikschiicht 2 durch die Optik des Lasers 10 fokussiert, und zwar bei der dargestellten Ausführungsform derart, daß der Focus 9.1 dort einen ovalen Querschnitt aufweist, dessen größere Querschnittsachse in Bearbeitungsrichtung A, d.h. in Richtung der herzustellenden Trenn- und Sollbruchlinie 6 bzw. 7 orientiert ist. Hierdurch ist der Focus 9.1 bzw. der von diesem Focus gebildete augenblickliche Arbeitsbereich quer zur Bearbeitungsrichtung A schmal ausgebildet, und in Bearbeitungsrichtung ausreichend groß, so daß bei der Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl 9 und

dem Mehrfachsubstrat 1 ausreichend Zeit für eine ausreichende Erhitzung der Keramikschicht 2 zur Verfügung steht. Die Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl 9 und dem Mehrfachsubstrat 1 in Bearbeitungsrichtung wird beispielsweise durch eine entsprechende Bewegung der Einspannhalterung 11 erreicht.

Die Energie des Laserstrahls 9 ist unter Berücksichtigung verschiedener Parameter, wie insbesondere Dicke der Keramikschicht 2, Art des für diese Keramikschicht verwendeten Materials und Geschwindigkeit, mit der die Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl 9 und dem Mehrfachsubstrat 1 in Bearbeitungsrichtung A erfolgt, usw. so eingestellt, daß zwar ein für den angestrebten Zweck optimales Erhitzen der Keramik erfolgt, aber kein Durchbrennen oder Verdampfen, insbesondere auch keine oder zumindest keine merkliche Veränderung der Oberfläche der Keramikschicht 2 eintreten.

Das Erhitzen des Mehrfachsubstrates 1 bzw. der Keramikschicht 2 entlang der Trenn- oder Sollbruchlinien 6 und 7 kann auch mit anderen Techniken erfolgen, beispielsweise unter Verwendung eines Heißgasstrahles, einer Flamme oder eines Plasmas oder aber durch Beaufschlagung der Keramikschicht 2 mit Mikrowellenenergie.

In Bearbeitungsrichtung A dem Laserstrahl 9 bzw. dem augenblicklichen Bearbeitungsbereich in einem Abstand x nachfolgend wird die Keramikschicht 2 zum Abkühlen mit einem Strahl 12 eines Kühlmediums beaufschlagt, und zwar derart, daß durch diese schockartige Abkühlung die Rißbildung 8 eintritt. Als Kühlmedium eignet sich beispielsweise gekühlte Luft oder ein gekühltes Gas, die bzw. das aus einer oberhalb der Keramikschicht 2 angeordneten und auf diese gerichtete Düse 13 austritt. Als Kühlmedium eignen sich u.a. auch solche Gase oder Gasgemische (z.B. CO_2), die unter Druck der Düse 13 zugeführt werden und an dieser Düse durch Expandieren

abkühlen. Weiterhin eignen sich zur Kühlung u.a. auch unterschiedliche Flüssigkeiten, wie z.B. Wasser, aber auch Flüssigkeits-Gas- und/oder Luft-Gemische, z.B. in Form eines Aerosols.

Der Abstand x sowie die Art und Menge des Kühlmediums werden wiederum unter Berücksichtigung verschiedener Parameter, wie z.B. Vorschub- oder Bearbeitungsgeschwindigkeit, mit dem Laserstrahl 9 aufgebrachte und in der Keramikschrift 2 gespeicherte Wärmeenergie, Dicke und Art der Keramik, Art des Kühlmediums usw. so eingestellt, daß sich die gewünschte Rißbildung 8 ergibt.

Die Dicke der Keramikschrift 2 liegt bei der dargestellten Ausführungsform im Bereich zwischen 0,1 - 3 mm. Die Dicke der Metallbereiche 3 und 4 ist u.a. abhängig davon, wie diese Metallbereiche erzeugt werden und liegt im Bereich zwischen 0,002 und 0,6 mm. Bei Herstellung der Metallbereiche 3 und 4 unter Verwendung einer Metallfolie beispielsweise Kupferfolie und unter Anwendung des DCB-Verfahrens oder des Aktivlöt-Verfahrens beträgt die Dicke der Metallbereiche beispielsweise 0,1 - 0,6 mm.

Der Abstand zwischen den Metallbereichen 3 und 4 an jeder Oberflächenseite der Keramikschrift liegt in der Größenordnung von etwa 0,1 - 3 mm, so daß dieser Metallbereich 3 bzw. 4 etwa 0,05 - 1,5 mm von der jeweiligen Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 beabstandet ist.

Nach dem Einbringen der Trenn- und Sollbruchlinien 6 und 7 in die Keramikschrift 2 bestehen unterschiedlichste Möglichkeiten eines Weiterbe- oder verarbeitung des Mehrfachsubstrates 1. So ist es dann beispielsweise möglich, dieses Mehrfachsubstrat 1 an den Metallbereichen 3 zur Bildung von Leiterbahnen, Kontaktflächen usw. mit Hilfe der üblichen Techniken weiter zu strukturieren, soweit dies nicht bereits geschehen ist, und/oder die Metallisierungen 3 und 4 an den Oberflächen mit einer zusätzlichen

Metallschicht zu versehen, beispielsweise zu vernickeln, und das Mehrfachsubstrat 1 bzw. die dortigen strukturierten Metallbereiche 3 mit elektrischen Bauelementen zu bestücken. Im Anschluß daran wird dann das Mehrfachsubstrat 1 in die bereits mit den Bauelementen bestückten Einzelsubstrate 5, d.h. in die von diesen gebildeten Schaltkreise durch mechanisches Brechen entlang der Trenn- oder Sollbruchlinien 6 und 7 zertrennt.

Grundsätzlich ist es auch möglich, das Mehrfachsubstrat 1 vor dem Bestücken mit Bauelementen entlang der Trenn- oder Sollbruchlinien 7 durch Brechen in die Einzelsubstrate 5 zu zertrennen und diese dann jeweils einzeln weiter zu verarbeiten.

Die Figur 5 zeigt eine Möglichkeit für das Trennen des Mehrfachsubstrates in die Einzelsubstrate 5 durch Brechen. Hierbei wird das Mehrfachsubstrat 1 jeweils an der entsprechenden Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 mit einer Kraft P an einer Oberflächenseite, beispielsweise an der Unterseite unterstützt, während beidseitig und im Abstand von der Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 auf die Oberseite des Mehrfachsubstrates 1 jeweils mit einer Kraft $\frac{1}{2} P$ eingewirkt wird, so daß durch die dabei auf die Keramikschicht ausgeübte Biegebelastung ein einwandfreies Trennen entlang der jeweiligen Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 erfolgt.

Die Figur 6 zeigt eine weitere Möglichkeit des Brechens des Mehrfachsubstrates 1 in die Einzelsubstrate 5. Hierbei wird das Mehrfachsubstrat 1 entlang der jeweiligen Trenn- und Sollbruchlinie 6 bzw. 7 einseitig zwischen den Klemmen 14 und 15 einer Halterung 16 eingespannt, und zwar mit Abstand von der betreffenden Trenn- oder Sollbruchlinie, so daß auch die Metallbereich 3 und 4 zwischen den Klemmen 14 und 15 aufgenommen sind. Auf der der Halterung 16 gegenüberliegenden Seite der Trenn- oder Sollbruchlinie 6 bzw. 7 wird über eine weitere Einspannhalterung 17 die Kraft P

auf das Mehrfachsubstrat ausgeübt, so daß dieses dann wiederum entlang der Trenn- oder Sollbruchlinie bricht.

Die Figur 7 zeigt in den Positionen a und b eine weitere, besonders rationelle Möglichkeit, das Mehrfachsubstrat 1 in die Einzelsubstrate 5 durch Brechen zu vereinzelt. Bei diesem Verfahren wird das Mehrfachsubstrat 1 mit seiner Unterseite bzw. mit den dortigen Metallbereichen 4 auf einer selbstklebenden Folie 18, beispielsweise auf einer sogenannten Blue-Foil fixiert, wie sie auch in der Halbleiterfertigung verwendet wird. Auf dieser Folie 18 erfolgt dann das Trennen des Mehrfachsubstrates durch Brechen in die Einzelsubstrate 5. Um die Einzelsubstrate 5 für eine vereinfachte Weiterverarbeitung voneinander zu beanstanden, wird die Folie 18 gedehnt (Position b).

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird.

Vorstehend wurde davon ausgegangen, daß mit der thermischen Behandlung, d.h. mit dem Erhitzen und anschließenden Abkühlen der Keramikschicht 2 in dieser die Trenn- oder Sollbruchlinien 6 und 7 die Form einer Rißbildung 8 erzeugt und erst zu einem späteren Zeitpunkt das Brechen des Mehrfachsubstrates 1 in die Einzelsubstrate 5 erfolgt. Durch entsprechende Einstellung der Prozeßparameter insbesondere der thermischen Behandlung kann aber auch bereits bei dieser Behandlung, d.h. ohne ein späteres mechanisches Brechen ein Trennen oder thermisches Spalten der Keramikschicht 2 erreicht werden, und zwar ohne das ein Verbrennen oder Verdampfen von Keramikmaterial im Bereich der jeweiligen Trennlinie erfolgt.

Bezugszeichenliste

| | |
|--------|---|
| 1 | Mehrfachsubstrat |
| 2 | Keramikschiicht |
| 3, 4 | Metallbereiche |
| 5 | Einzelsubstrat |
| 6, 7 | Trenn- oder Sollbruchlinie |
| 8 | Rißbildung |
| 9 | Laserstrahl |
| 9.1 | Strahlfocus |
| 10 | Laser |
| 11 | Einspannhalterung für Mehrfachsubstrate |
| 12 | Kühlstrahl |
| 13 | Kühldüse |
| 14, 15 | Klemme |
| 16 | Klemmhalterung |
| 17 | Klemmhalterung |
| 18 | selbstklebende Folie |
| A | Bearbeitungs- oder Vorschubrichtung |
| P | Kraft |
| x | Abstand zwischen Mittelpunkt des Focus 9.1 und Mittelpunkt des vom Kühlstrahl 12 gebildeten Kühlbereichs 12.1 |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Metall-Keramik-Substrates (1), bei dem (Verfahren) auf wenigstens einer Oberflächenseite einer Keramikschrift (2) mindestens ein Metallbereich (3, 4) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Aufbringen des wenigstens einen Metallbereichs (3, 4) die Keramikschrift (2) in einem von dem Metallbereich (3, 4) nicht abgedeckten Bereich zumindest entlang einer Trenn- oder Sollbruchlinie (6, 7) in einer thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschritt erhitzt und dann mit einem Kühlmedium schockartig derart abgekühlt wird, daß in der Keramikschrift (2) durch diesen Temperaturwechsel eine gezielte Rißbildung (8) oder Materialschwächung entlang der Trenn- oder Sollbruchlinie (6, 7) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschrift (2) durch den thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschritt entlang der jeweiligen Trennlinie thermisch getrennt oder gespalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Keramikschrift (2) durch den thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschritt jeweils eine Sollbruchlinie (6, 7) erzeugt wird, an der ein anschließendes gesteuertes mechanisches Brechen der Keramikschrift (2) möglich ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschritt fortschreitend entlang der jeweiligen Trenn- oder Sollbruchlinie (6, 7) durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen der Keramikschrift (2) während des thermischen Behandlungs-

oder Verfahrensschrittes fortschreitend in einem sich relativ zu der Keramikschicht bewegendem Behandlungsbereich erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen der Keramikschicht (2) während des thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschrittes durch einen Energiestrahle erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen der Keramikschicht durch einen Laserstrahl (9) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen der Keramikschicht durch einen Heißgasstrahl, durch eine Flamme oder ein Plasma erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Erhitzen der Keramikschicht (2) durch Mikrowellenenergie erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Abkühlen der Keramikschicht (2) während des thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschrittes fortschreitend in einem sich relativ zu der Keramikschicht bewegendem Behandlungsbereich erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Abkühlen der Keramikschicht (2) fortschreitend in einem vorgegebenen räumlichen und/oder zeitlichen Abstand (x) von dem Erhitzen erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung der Keramikschicht (2) mit dem Kühlmedium fortschreitend

punktuell erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium in Form wenigstens eines Kühlmediumstrahls (12) auf die Keramikschicht (2) aufgebracht wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmedium ein flüssiges Medium, beispielsweise Wasser, ein gas- oder dampfförmiges Medium oder eine Mischung dieser Medien ist, beispielsweise ein Aerosol.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschicht (2) während des thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschrittes in einer Aufspannhalterung (11) vorzugsweise durch Unterdruck gehalten ist.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschicht oder das von dieser Schicht gebildete Metall-Keramik-Substrat zum Trennen in Einzelsubstrate (5) auf einer selbstklebenden Folie (18) angeordnet ist.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Behandlung jeweils entlang einer in die Keramikschicht (2) an wenigstens einer Oberflächenseite eingebrachten Nut erfolgt.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf beide Oberflächenseiten der Keramikschicht (2) jeweils wenigstens ein

Metallbereich (3, 4) aufgebracht wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikschicht (2) Teil eines Mehrfachsubstrates (1) ist, daß auf wenigstens einer Oberflächenseite der Keramikschicht (2) mehrere jeweils einem Einzelsubstrat (5) zugeordnete Metallbereiche (3, 4) vorgesehen sind, und daß zwischen den Einzelsubstraten (5) die Trenn- oder Sollbruchlinien (6, 7) durch den thermischen Behandlungs- oder Verfahrensschritt erzeugt werden.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Keramik der Gruppe Mullit, Al_2O_3 , AlN , Si_3N_4 , SiC , BeO , TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 mit einem Anteil an ZrO_2 .
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Keramikschicht (2) mit einer Dicke im Bereich zwischen 0,1 bis 3 mm.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Metallbereich (3, 4) eine Dicke im Bereich zwischen 0,02 bis 0,6 mm, vorzugsweise eine Dicke im Bereich zwischen 0,1 und 6 mm aufweist.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Metallbereichen (3, 4) an einer Oberflächenseite der Keramikschicht (2) diese mit einem gegenseitigen Abstand von 0,1 - 3 mm vorgesehen werden.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallbereiche (3, 4) zumindest teilweise von einer Metallschicht oder -folie, beispielsweise einer Kupferschicht oder Kupferfolie hergestellt sind, und zwar vorzugsweise unter Anwendung des Direct-Bonding-Verfahrens oder des Aktivlöt-Verfahrens.
25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Metallbereich (3, 4) im Dickschichtverfahren oder Dickfilmtechnik erzeugt wird.
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Metallbereich (3, 4) mit dem Mo-Mn-Verfahren und/oder W-Verfahren und/oder LTCC-Verfahren erzeugt wird.

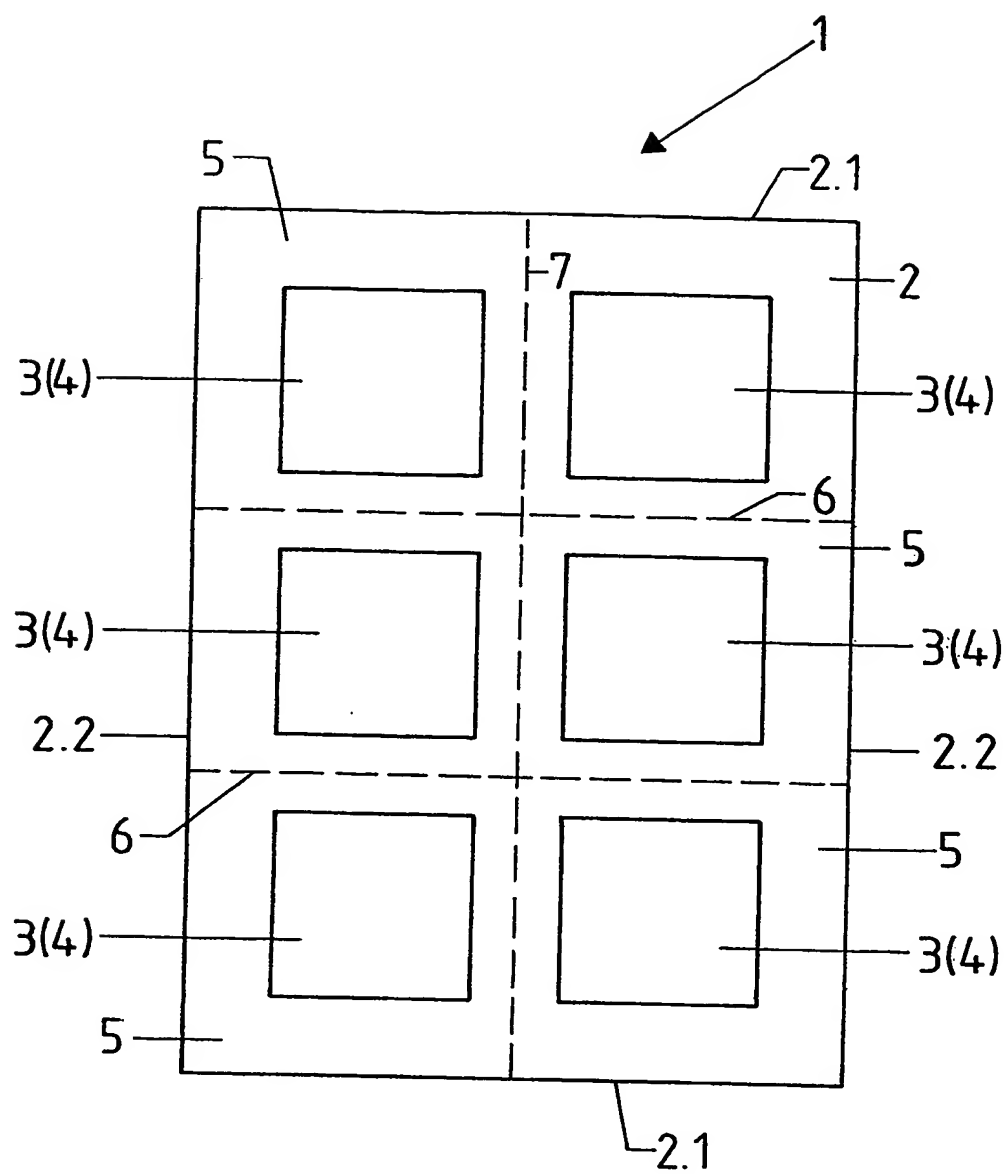
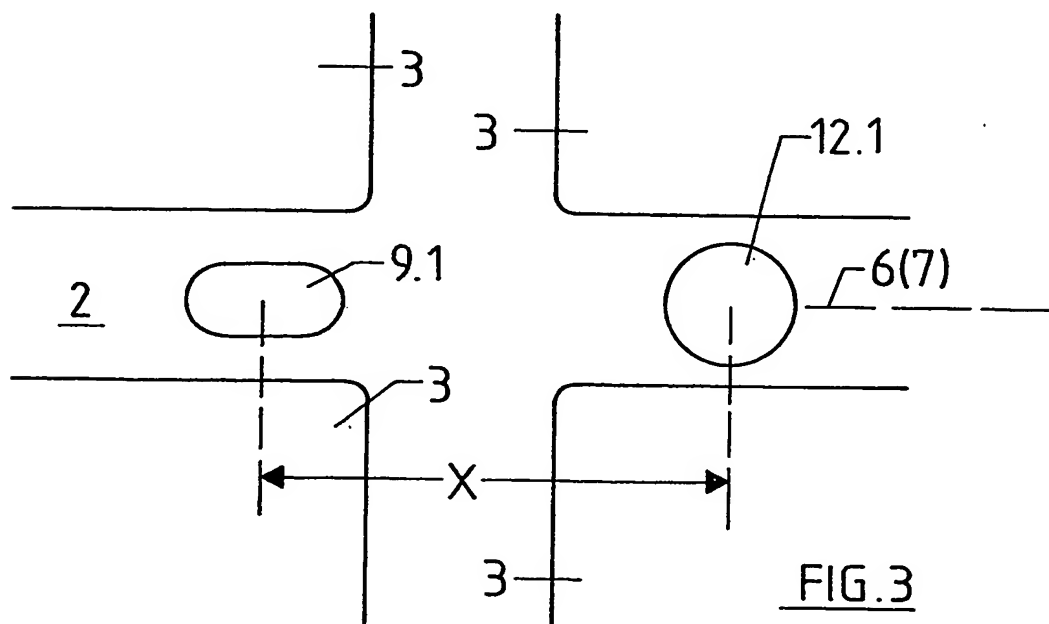
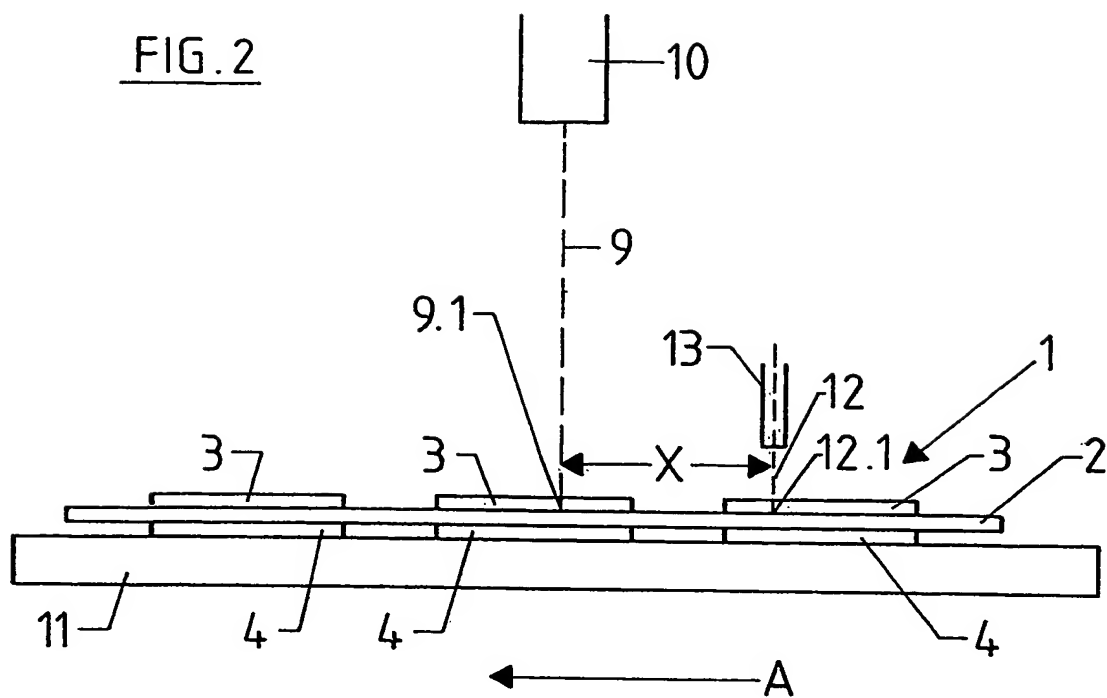


FIG. 1

FIG. 2

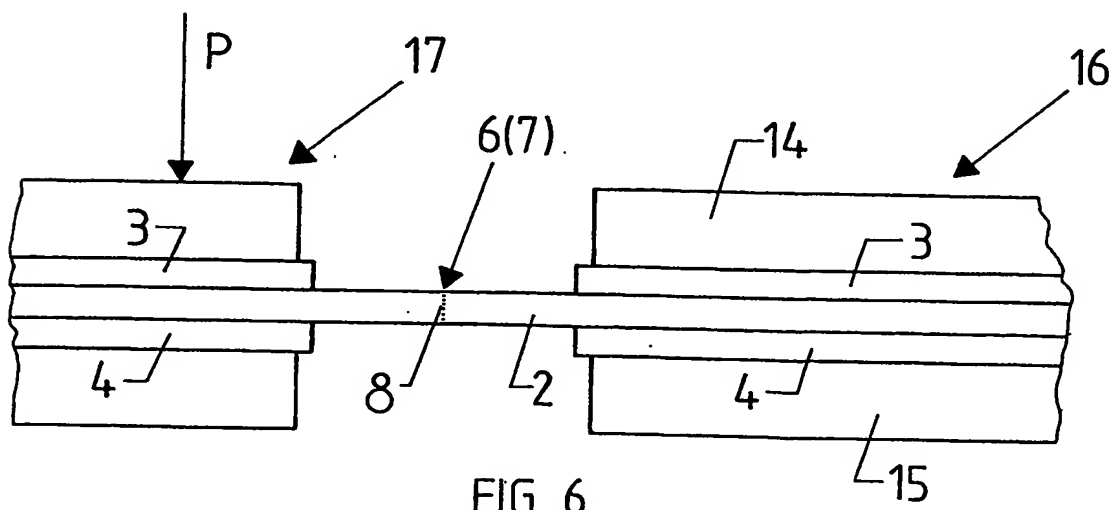
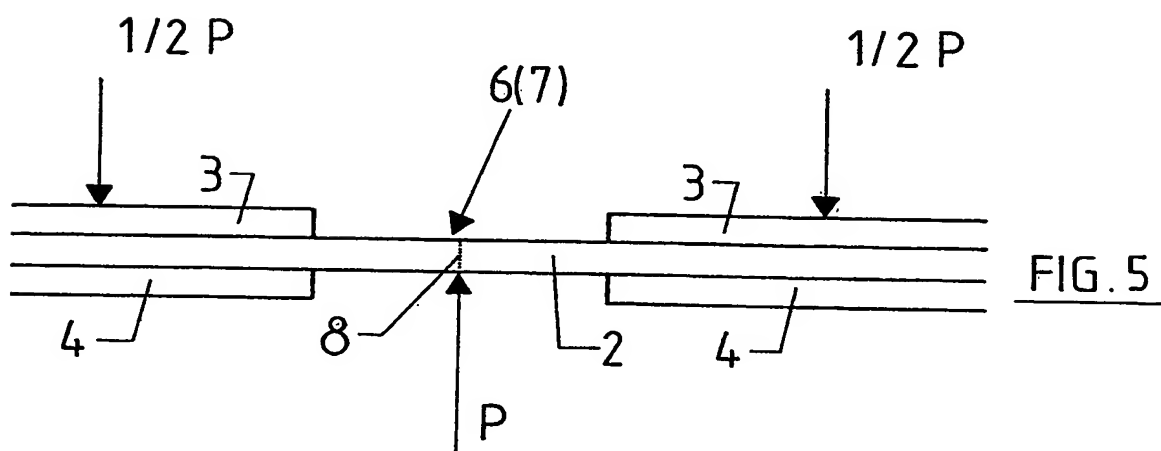
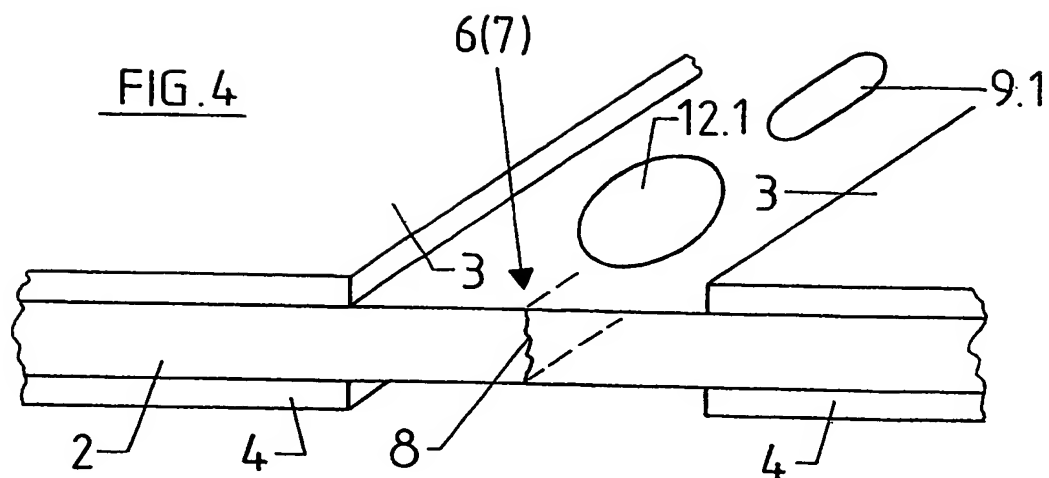
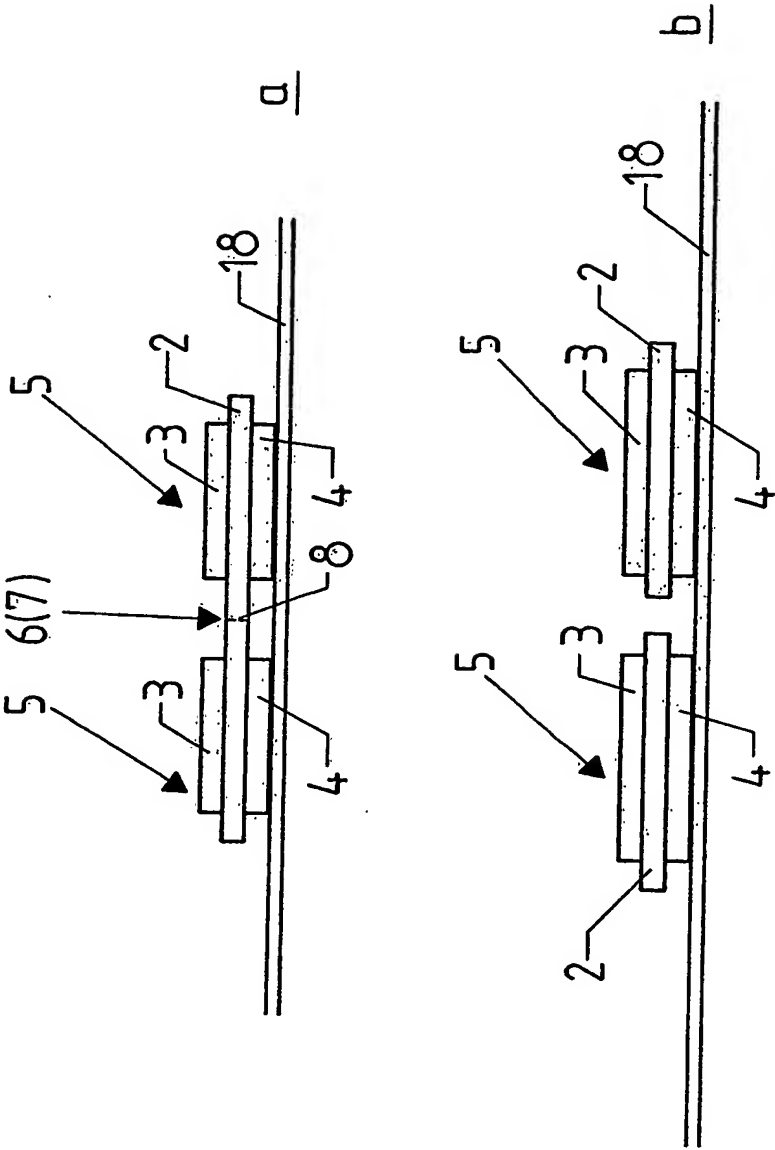


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/48 H05K3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|---|
| X | US 3 556 366 A (KIM GEORGE A) 19 January 1971 (1971-01-19) | 1-4, 13, 14, 17, 19, 20, 25 16, 18, 21-24, 26 |
| Y | column 2, line 19 - column 4, line 37; figures 1, 2 | |
| Y | US 6 444 499 B1 (GLENN THOMAS P ET AL) 3 September 2002 (2002-09-03) column 3, line 34 - column 4, line 22; figures 3A, 3B | 16 |
| Y | US 6 207 221 B1 (SCHULZ-HARDER JUERGEN) 27 March 2001 (2001-03-27) column 2, lines 21-25, 30-33 - column 3, lines 9-36, 52-61; figures 2, 3 | 1-14, 16-26 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 January 2005

Date of mailing of the international search report

14/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cousins, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/001012

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | US 6 420 678 B1 (HOEKSTRA BRIAN L) 16 July 2002 (2002-07-16) column 4, line 24 - column 5, line 15 column 9, line 55 - column 10, line 19; figure 5 ----- | 1-14, 16-26 |
| A | US 5 626 777 A (LENEIS ROLAND ET AL) 6 May 1997 (1997-05-06) the whole document ----- | 1-26 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001012

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|--|--|
| US 3556366 | A | 19-01-1971 | NONE | |
| US 6444499 | B1 | 03-09-2002 | NONE | |
| US 6207221 | B1 | 27-03-2001 | DE 19708363 C1 DE 19753148 A1 DE 19758452 A1 EP 0862209 A2 JP 10256689 A | 05-11-1998 15-07-1999 10-09-1998 02-09-1998 25-09-1998 |
| US 6420678 | B1 | 16-07-2002 | US 6259058 B1 US 6252197 B1 US 6211488 B1 | 10-07-2001 26-06-2001 03-04-2001 |
| US 5626777 | A | 06-05-1997 | DE 59408996 D1 DK 613765 T3 EP 0613765 A1 | 20-01-2000 03-04-2000 07-09-1994 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/48 H05K3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L H05K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|-----------------------------------|
| X | US 3 556 366 A (KIM GEORGE A) 19. Januar 1971 (1971-01-19) | 1-4, 13, 14, 17, 19, 20, 25 |
| Y | Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 37; Abbildungen 1, 2 | 16, 18, 21-24, 26 |
| Y | US 6 444 499 B1 (GLENN THOMAS P ET AL) 3. September 2002 (2002-09-03) Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 22; Abbildungen 3A, 3B | 16 |
| Y | US 6 207 221 B1 (SCHULZ-HARDER JUERGEN) 27. März 2001 (2001-03-27) Spalte 2, Zeilen 21-25, 30-33 - Spalte 3, Zeilen 9-36, 52-61; Abbildungen 2, 3 | 1-14, 16-26 |
| | ----- -/-- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentleer 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cousins, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001012

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| Y | US 6 420 678 B1 (HOEKSTRA BRIAN L) 16. Juli 2002 (2002-07-16) Spalte 4, Zeile 24 - Spalte 5, Zeile 15 Spalte 9, Zeile 55 - Spalte 10, Zeile 19; Abbildung 5 ----- | 1-14, 16-26 |
| A | US 5 626 777 A (LENEIS ROLAND ET AL) 6. Mai 1997 (1997-05-06) das ganze Dokument ----- | 1-26 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001012

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| US 3556366 | A | 19-01-1971 | KEINE |
| US 6444499 | B1 | 03-09-2002 | KEINE |
| US 6207221 | B1 | 27-03-2001 | DE 19708363 C1 05-11-1998 DE 19753148 A1 15-07-1999 DE 19758452 A1 10-09-1998 EP 0862209 A2 02-09-1998 JP 10256689 A 25-09-1998 |
| US 6420678 | B1 | 16-07-2002 | US 6259058 B1 10-07-2001 US 6252197 B1 26-06-2001 US 6211488 B1 03-04-2001 |
| US 5626777 | A | 06-05-1997 | DE 59408996 D1 20-01-2000 DK 613765 T3 03-04-2000 EP 0613765 A1 07-09-1994 |